

Severnogo Kavkaza. – 1929. – Вып. 15-16. – С. 237-247.

9. Bartsinskii R.M. K voprosu fiziologii prorastaniya semyan zarazikhi «zloi» Donskoi // Maslichnye kul'tury. – 1932. – № 2-3. – С. 42-47.

10. Bartsinskii R.M. O novom sposobe osvobozhdeniya pochvy ot zarazikhi // Dokl. VASKhNIL. – 1940. – Вып. 9. – С. 41-42.

11. Ukrainskii V.T. O zarazikhe na podsolnechnike i merakh bor'by s nei // Seleksiya i semenovodstvo. – 1938. – № 1. – С. 36-43.

12. Beilin I.G. O vzaimootnosheniyakh O. cumana i podsolnechnika // Rastenie i sreda. – 1940. – Т. 1. – С. 175-192.

13. Araslanova N.M., Antonova T.S., Ramazanova S.A., Guchetl' S.Z., Chelyustnikova T.A. Prorastanie semyan Orobanchе cumana Wallr. pod vozdeistviem kornevykh vydelenii

kul'tur, ne yavlyayushchikhsya ee khozyaevami // Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. – 2011. – № 1. – С. 130-134.

14. Antonova T.S., Sitalo M., Araslanova N.M., Guchetl' S.Z., Ramazanova S.A., Chelyustnikova T.A. Rasprostranenie i virulentnost' zarazikhi (Orobanchе cumana Wallr.) na podsolnechnike v Rostovskoi oblasti // Maslichnye kul'tury: Nauch.-tekhn. byul. VNIIMK. – 2009. – Вып. 1 (140). – С. 31-37.

15. Lakin G.F. Biometriya. – М.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.

16. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – М.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.



УДК 632.931.502.7

Е.Ю. Торопова, А.А. Рябова
Ye.Yu. Toropova, A.A. Ryabova

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РАЗВИТИЕ *SEPTORIA RIBIS DESM.* НА СОРТАХ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

ENVIRONMENTAL FACTORS DETERMINING *SEPTORIA RIBIS DESM.* DEVELOPMENT ON BLACK-CURRANT VARIETIES IN THE FOREST-STEPPE OF THE OB RIVER AREA (PRIOBYE)

Цель исследований состояла в изучении влияния погоды, факторов сортовой устойчивости и биотических факторов на сезонную и многолетнюю динамику септориоза черной смородины. Исследования проводили в течение 1997-2012 гг. на 18 районированных и перспективных сортах черной смородины. Были использованы традиционные и оригинальные методики. Учеты свидетельствовали о неравномерности течения эпифитотического процесса по годам и значительной зависимости его развития от погодных условий вегетационного периода (май-август). За 16-летний период наблюдений максимальное колебание развития болезни составило 5 раз: от 75,4% (2000 г.) до 14,8% (2012 г.), при колебании суммы осадков по годам в 3,6 раза. Установлена корреляционная зависимость развития септориоза ($r=0,655 \pm 0,202$) от суммы осадков за летние месяцы. Устойчивые сорта черной смородины тормозили начало эпифитотического процесса на 15 дней, обеспечивая в 14 раз менее интенсивное выделение спор из растительных остатков, снижали число некротических пятен в 3,5-4,7 раз, подавляли размножение возбудителя в 12,7 раз. Одним из механизмов устойчивости были фитонцидные соединения листьев, неспецифически подавлявшие развитие всех микроорганизмов. Число заражений на одном листе устойчивых сортов было в 3,5-4,7 раза ниже по сравнению с восприимчивыми. Устойчивый сорт снижал численность грибов в 3 раза, бактерий, потребляющих органический азот – в 2,4, а актиномицетов – в 2,8 раза по сравнению с восприимчивым сортом. Иммунная к септориозу дикорастущая черная смородина имела самую низкую численность всех групп микроорганизмов на единицу площади листа. Выделяемые листьями фитонциды обеспечивали комплексную устойчивость сортов: была выявлена достоверная тесная корреляционная связь между развитием септориоза и антракноза ($r = 0,92$) на сортах черной смородины. Применение Бинорама на основе *P. fluorescens* в норме 0,05 л/га путем обработки растительных остатков снижало развитие септориоза на 61,7%.

Ключевые слова: черная смородина, сорт, фитопатоген, гидротермические факторы, устойчивость, восприимчивость, микрофлора, биопрепарат.

The research goal was to study the effects of weather, the factors of varietal resistance and biotic factors on seasonal and long-term dynamics of black currant *Septoria* blight. Eighteen released and promising black-currant varieties were studied in the period of 1997-2012. The studies revealed uneven epiphytotic process and its strong dependence on the weather conditions of the growing season (May-August). During the 16-year study period there were 5 maximum disease fluctuations: from 75.4% (2000) to 14.8% (2012) at the precipitation amount fluctuation as much as 3.6 times. The correlation dependence of *Septoria* blight development on the precipitation amount over the summer months was revealed ($r = 0.655 \pm 0.202$). The resistant black-currant varieties delayed epiphytosis by 15 days, decreased the intensity of spore discharge from plant residues by 14 times, reduced the number of necrotic spots by 3.5-4.7 times, and suppressed the pathogen reproduction by 12.7 times. The resistance mechanism includes black-currant leaves' phytoncide compounds that nonspecifically suppress the development of all microorganisms. The number of infections spots on one black-currant leaf of resistant varieties was 3.5-4.7 times less than that of susceptible ones. A resistant variety reduced the number of fungus by 3 times, the number of bacteria consuming organic nitrogen by 2.4 times, and actinomycetes number by 2.8 times as compared to a susceptible variety. Wild black-currant, immune to *Septoria* blight, had the smallest number of all groups of microorganisms per leaf area unit. The applications of Binoram biological product based on *P. fluorescens* in a rate of 0.05 L ha for plant residues treatment reduced the development of *Septoria* blight by 61.7%.

Keywords: black-currant, variety, plant pathogen, hydrothermal factors, resistance, susceptibility, microflora, biological product.

Торопова Елена Юрьевна, д.б.н., проф., Новосибирский государственный аграрный университет. Тел.: (383) 267-36-10. E-mail: helento@ngs.ru.

Рябова Анна Анатольевна, аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет. Тел.: (383) 267-36-10. E-mail: helento@ngs.ru.

Toropova Yelena Yuryevna, Dr. Bio. Sci., Prof., Novosibirsk State Agricultural University. Ph.: (383) 267-36-10. E-mail: helento@ngs.ru.

Ryabova Anna Anatolyevna, Post-Graduate Student, Novosibirsk State Agricultural University. Ph.: (383) 267-36-10. E-mail: helento@ngs.ru.

Введение

Черная смородина является одной из ведущих ягодных культур Западной Сибири. В ягодах смородины содержатся сахара, органические кислоты, пектины, дубильные вещества, азотистые соединения, витамины, фитонциды, минеральные соли, микроэлементы [1, 2].

Септориоз черной смородины (возбудитель *Septoria ribis* Desm., совершенная стадия *Mycosphaerella ribis* (Fusc.) Lind) распространен во всем мире, где возделывается смородина (черная, красная, золотистая) и крыжовник, являясь одной из самых вредоносных болезней. При благоприятных для фитопатогена условиях болезнь носит эпифитотийный характер, а потери урожая достигают 40-50%, при резком снижении качества продукции. Из-за раннего массового опадания листьев ухудшается перезимовка растений и развитие почек в весенний период [2].

Гидротермические, сортовые и биотические факторы развития септориоза черной смородины изучены в регионе недостаточно, хотя имеют высокую значимость для совершенствования систем прогноза, мониторинга и защитных мероприятий [3].

Цель исследований состояла в изучении влияния погоды, факторов сортовой устойчивости и биопрепаратов на сезонную и многолетнюю динамику септориоза черной смородины в северной лесостепи Приобья.

Для достижения указанной цели были решены следующие **задачи**:

- рассмотрена многолетняя динамика септориоза черной смородины в лесостепи Приобья, установлена связь развития эпифитотического процесса с суммой осадков за вегетационный период;
- выявлено существенное влияние сортов на характер сезонной динамики *Septoria ribis*, параметры реализации трофической ниши и интенсивность размножения микромицета;
- показано влияние фитонцидных выделений растений и антагонистических бактерий *Pseudomonas fluorescens* на выживание и развитие *Septoria ribis*.

Объекты и методы

Исследования проводили в течение 1997-2012 гг. на районированных в регионе и перспективных сортах черной смородины. Были использованы традиционные и оригинальные методики для всесторонней оценки взаимодействия растений и фитопатогенов в системе

«хозяин – паразит». Для учета септориоза использовали трафаретную шкалу [1], оценку устойчивости сортов проводили по [4], изучение микроорганизмов на КАА, МПА, ЧА [5], испытание биопрепаратов общепринятыми методами [6], статистический анализ экспериментальных данных по программе SNEDECOR [7].

Результаты и обсуждение

Данные многолетней динамики септориоза черной смородины, представленные на рисунке 1, свидетельствуют о неравномерности течения эпифитотического процесса по годам и значительной зависимости его развития от погодных условий вегетационного периода (май-август).

За 16-летний период наблюдений максимальное колебание развития болезни составило 5 раз: от 75,4% (2000 г.) до 14,8% (2012 г.), при колебании суммы осадков по годам в 3,6 раза. Многолетняя динамика септориоза свидетельствует о достоверной зависимости ($r = 0,655 \pm 0,202$) развития болезни и суммы осадков за летние месяцы, что позволяет сделать заключение о существенном значении сезонного прогноза септориоза черной смородины.

Септориоз на черной смородине благодаря массовой передаче возбудителя из года в год инфицированными растительными остатками, находящимися в непосредственной близости от кустов, сразу в начале вегетации формировал очаги значительных размеров и болезнь даже в засушливые годы была близка к порогу вредоносности (ЭПВ=20%).

В течение значительной части (1997-2009 гг.) периода наблюдений развитие септориоза было на эпифитотийном уровне, что вызывало существенные потери урожайности культуры, однако 2010-2012 гг. характеризовались засушливыми и прохладными погодными условиями, что привело к снижению развития эпифитотического процесса.

Сезонная динамика эпифитотического процесса определялась погодными условиями и устойчивостью сортов черной смородины к септориозу. Гидротермические условия определяли начало эпифитотического процесса (ЭП) септориоза: в 2010 г. споруляция фитопатогена на растительных остатках началась с 25-28 мая, в 2011 г. – с 30 мая по 12 июня, в 2012 г. – с 18-30 мая, что было обусловлено суммой температур предшествующей декады.



Рис. 1. Многолетняя динамика септориоза черной смородины и осадков в северной лесостепи Приобья (НСР₀₅ развития болезни по годам = 5,7%)

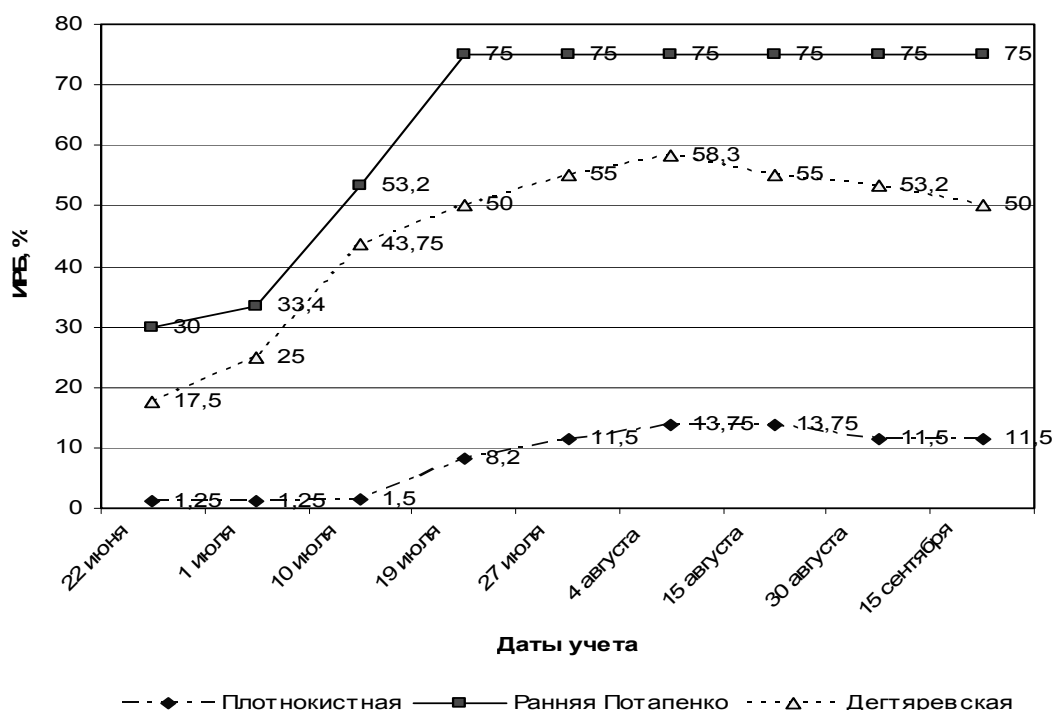


Рис. 2. Сезонная динамика *S. gibis* на сортах черной смородины в северной лесостепи Приобья

Длительность периода между началом горизонтальной передачи спор возбудителя и появлением симптомов септориоза на листьях зависела уже от устойчивости сортов – от 25-35 дней (восприимчивый сорт Памяти Потапенко) до 40-50 дней (устойчивый сорт Плотнокистная), то есть торможение начала ЭП устойчивыми сортами составило 15 дней.

Сорта в значительной мере определяли динамику ЭП септориоза в течение вегетации (рис. 2).

На устойчивом сорте Плотнокистная развитие септориоза за период учетов возросло в 9 раз, и к концу вегетации не достигло порога вредоносности. На восприимчивом сор-

те Ранняя Потапенко порог вредоносности был достигнут в самом начале вегетации за счет одномоментного массового заражения восприимчивых тканей листьев и к концу вегетации был превышен в 3,4 раза. Таким образом, устойчивый сорт замедлял ЭП, к концу вегетации разница в пораженности устойчивого и восприимчивого сортов составила 6,5 раза.

Многолетним мониторингом септориоза на 18 сортах черной смородины было установлено, что устойчивые сорта препятствовали проникновению возбудителя в его экологическую нишу и дальнейшему развитию фитопатогена (табл. 1).

Таблица 1

Роль сортов черной смородины в развитии эпифитотического процесса септориоза (среднее за 1998-2002, 2005-2008 гг.)

Характеристика сортов	Показатели				
	число некротических пятен/лист	диаметр пятен, мм	доля пятен с пикнидами, %	число пикнид/пятно	развитие болезни, %
Устойчивые	42-74	1,3-1,4	63-72	4-11	7-30
Умеренно восприимчивые	105-173	1,6-1,7	78-85	7-18	12-46
Высоко восприимчивые	196-262	1,7-1,9	83-96	9-25	20-82
НСР ₀₅	11,3	0,08	2,2	0,9	2,3

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что устойчивые сорта (Лама, Плотнокистная, Багира, Черный жемчуг и др.) подавляли развитие септориоза в 2,7-7 раз по сравнению с высоковосприимчивыми сортами (Софья, Калиновка, Ранняя Потапенко, Любава, Памяти Потапенко и др.). Эффективность возделывания устойчивых сортов была особенно велика в относительно неблагоприятные для развития болезни годы, когда на устойчивых сортах септориоз не проявлялся либо его развитие было в пределах спорадического развития. В эпифитотийные годы устойчивость сортов проявлялась в ограничении скорости эпифитотического процесса болезни, уровень развития септориоза превышал ПВ до 1,5-2 раз только к концу вегетации, оставаясь в пределах ПВ в период плодоношения черной смородины. Высоковосприимчивые сорта ежегодно поражались септориозом выше ПВ, что требовало применения оперативных средств защиты растений. Споруляция фитопатогена на вегетирующих листьях устойчивых сортов была в 1,5 раза ниже, по сравнению с высоковосприимчивыми. В целом, на устойчивых сортах размножение возбудителя септориоза шло в среднем по годам в 12,7 раз слабее по сравнению с восприимчивыми сортами.

Учеты количественных параметров эпифитотического процесса показали, что устойчивые сорта препятствовали как проникновению возбудителя в его экологическую нишу, так и дальнейшему развитию фитопатогена. Число заражений на одном листе устойчивых сортов было в 3,5-4,7 раза ниже по сравнению с восприимчивыми. Вероятно, проникновение возбудителя подавлялось выделением на поверхность листа соединений с фитонцидной активностью. Об

этом косвенно свидетельствует численность эпифитной микрофлоры на листьях черной смородины (табл. 2).

Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что одним из факторов неспецифической устойчивости сортов черной смородины к фитопатогенам являются фитонцидные выделения листьев. Устойчивый сорт Плотнокистная снижал численность грибов в 3 раза, бактерий, потребляющих органический азот, – в 2,4, а актиномицетов – в 2,8 раза по сравнению с восприимчивым сортом Дегтяревская. Иммунная к септориозу дикорастущая черная смородина имела самую низкую численность всех групп микроорганизмов на единицу площади листа.

Выделяемые листьями фитонциды обеспечивали комплексную устойчивость сортов: была выявлена достоверная тесная корреляционная связь между развитием септориоза и антракноза ($r = 0,92$) на сортах черной смородины.

Влияние устойчивых сортов на формирование экологических ниш фитопатогенов не ограничивается периодом вегетации, когда происходит реализация эволюционно-экологических тактик размножения и трофических связей. Исследования показали, что устойчивые сорта ограничивали также выживание фитопатогенов во времени на инфицированных растительных остатках (ИРО). Изучение интенсивности первичной споруляции возбудителя септориоза в начале вегетации показало, что ИРО восприимчивых сортов являлись более благоприятным фактором передачи из года в год, на них грибок успешно перезимовал во всех формах, обеспечив в 14 раз более интенсивное выделение спор в начале вегетационного периода.

Таблица 2

Численность эпифитной микрофлоры на листьях смородины

Сорт	Численность микроорганизмов, 10 ³ /см ² листа			
	грибы	бактерии	актиномицеты	всего
Дегтяревская	45,4	10,6	2,8	58,2
Плотнокистная	14,8	4,4	1,0	20,2
НСР ₀₅	11,2	3,8	1,1	12,4

Скрининг перспективных для биологической защиты растений штаммов антагонистов в лабораторных условиях показал, что самая высокая антагонистическая активность против *Septoria ribis* наблюдалась у штаммов 7Г *Pseudomonas fluorescens* и коллекционного штамма *Streptomyces* spp., что позволило сделать вывод о перспективности использования данных штаммов в производстве биопрепаратов [8].

Применение биопрепаратов для защиты черной смородины от септориоза позволило снизить скорость ЭП, число пикнид и пикноспор в них до 1,6 и 1,3 раза соответственно. Наиболее эффективной являлась технология применения препарата «Бинорам» в норме 0,05 л/га на основе *P. fluorescens* (штамм 17-2 + 7Г + 7Г2К) путем обработки растительных остатков, биологическая эффективность достигала 61,7%.

Выводы

1. Многолетняя и сезонная динамики ЭП септориоза на черной смородине определяются комплексом факторов, среди которых решающую роль играют сумма осадков в течение вегетационного периода и устойчивость сортов.

2. Сорта оказывали комплексное действие на все этапы жизненного цикла фитопатогена, определяли сроки заражения листьев, интенсивность питания, размножения и выживания *Septoria ribis*.

3. *Pseudomonas fluorescens* и биопрепарат на его основе подавлял развитие септориоза, особенно при обработке растительных остатков в начале вегетационного периода.

Библиографический список

1. Сорокопудов В.Н., Мелькумова Е.А. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2003. – 296 с.
2. Чулкина В.А., Шаманская Л.Д., Торопова Е.Ю. и др. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем плодовых и ягодных культур / под ред. В.А. Чулкиной и В.И. Усенко. – М.: Колос, 2006. – 240 с.
3. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири / под ред. В.А. Чулкиной. – Новосибирск, 2005. – 371 с.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1972. – 498 с.

5. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: учеб. пособие / под ред. Н.С. Егорова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 224 с.

6. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / под ред. М.С. Соколова и В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2009. – 670 с.

7. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

8. Рябова А.А., Торопова Е.Ю. Биотехнология в защите черной смородины от болезней в лесостепи Новосибирской области // Биотехнология. Взгляд в будущее: матер. II Междунар. научн. Интернет-конференции. – Казань, 2013. – С. 298-302.

References

1. Sorokopudov V.N., Mel'kumova E.A. Biologicheskie osobennosti smorodiny i kryzhovnika pri introduktsii. // RASKhN. Sib. otd-nie. – Novosibirsk, 2003. – 296 s.
2. Chulkina V.A., Shamanskaya L.D., Toropova E.Yu. i dr. Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem plodovykh i yagodnykh kul'tur // Pod red. V.A. Chulkinoi i V.I. Usenko - Moskva: Kolos.- 2006. – 240 s.
3. Toropova E.Yu. Ekologicheskie osnovy zashchity rastenii ot boleznei v Sibiri // Pod red. V.A. Chulkinoi. - Novosibirsk, 2005. – 371 s.
4. Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur. – Michurinsk, 1972. – 498 s.
5. Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii: ucheb. posobie / pod red. N.S. Egorova. – M.: Izd-vo MGU, 1995. – 224 s.
6. Chulkina V.A., Toropova E.Yu., Stetsov G.Ya. Integrirovannaya zashchita rastenii: fitosanitarnye sistemy i tekhnologii // Pod red. M.S. Sokolova i V.A. Chulkinoi. – M.: Kolos, 2009. - 670 s.
7. Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere. – Krasnoobsk, GUP RPO SO RASKhN - 2004. – 162 s.
8. Ryabova A.A., Toropova E.Yu. Biotekhnologiya v zashchite chernoi smorodiny ot boleznei v lesostepi Novosibirskoi oblasti // Mater. II mezhdunar. nauch. Internet-konferentsii «Biotekhnologiya. Vzglyad v budushchee». - Kazan', 26-27 marta 2013 g. - S. 298-302.

